UNIVERSITE DE STRASBOURG — FACULTE DE PHARMACIE

Année 1937 - 1938 N° 202

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE LA BOUZA D'ÉGYPTE

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 9 Juillet 1938
à la FACULTE DE PHARMACIE DE STRASBOURG
pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE
(Mention PHARMACIE)

par

MAHMOUD EL SAYED HASSAN

Pharmacien

Examinateurs de la Thèse :

MM. VOLMAR, *Professeur, Président*
P. CORDIER, *Professeur* }
R. SARTORY, *Professeur* } *Juges*

IMPRIMERIE „HORO" STRASBOURG
S. à r. l.
10, Rue du Faisan
1938.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548006_0029

UNIVERSITE DE STRASBOURG — FACULTE DE PHARMACIE

Année 1937 - 1938 N° 202

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE LA BOUZA D'ÉGYPTE

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 19 Juillet 1938
à la FACULTE DE PHARMACIE DE STRASBOURG
pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE
(Mention PHARMACIE)

par

MAHMOUD EL SAYED HASSAN

Pharmacien

Examinateurs de la Thèse :

MM. VOLMAR, *Professeur, Président*
P. CORDIER, *Professeur* } *Juges*
R. SARTORY, *Professeur* }

IMPRIMERIE „HORO" STRASBOURG
S. à r. l.
10, Rue du Faisan
1938.

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. A. SARTORY, *Doyen*, C. ✻, I. ✿, C. ❁
VOLMAR, *Assesseur*, I. ✿
PIPERAUD, *Secrétaire*, I. ✿, ⚕, ⚜

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

DOYEN HONORAIRE

M. JADIN, O. ✻, I. ✿, ❁

PROFESSEURS

MM.	A. SARTORY, C. ✻, I. ✿, C. ❁	Bactériologie
	LAVIALLE, ✻, I. ✿, ❁	Botanique
	VOLMAR, I. ✿	Chimie organique
	GUILLAUME, ✻, ⚜, I. ✿, ❁	Pharmacie galénique
	LAPP, I. ✿	Chimie analytique
	CORDIER, ✿	Pharmacie chimique
	R. SARTORY, ✿	Matière médicale

PROFESSEUR HONORAIRE

M. JADIN, O. ✻, I. ✿, ❁

COURS COMPLEMENTAIRES

MM.	A. SARTORY	Hygiène
	LAVIALLE	Hydrologie
	VOLMAR	Chimie minérale
	GUILLAUME	Zoologie
	LAPP	Physique
	EISENMANN	Législation et Déontologie
	CORDIER	Chimie biologique
	R. SARTORY	Cryptogamie
	DUQUENOIS	Toxicologie

CHEFS DE TRAVAUX PRATIQUES

MM.	COLLARD, I. ✿, ⚜	Chimie pharmaceutique
	BOHN, A. ✿	Histoire naturelle
	DUQUENOIS	Chimie et Physique
	N.	Bactériologie et Parasitologie

A mon Maître et Président de Thèse

Monsieur Y. VOLMAR,

Professeur de Chimie générale à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg,

Membre correspondant de l'Académie de Médecine,

Témoignage de vive admiration et de respectueuse reconnaissance.

A mes juges

Monsieur P. CORDIER,

Professeur de Pharmacie Chimique à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg.

Monsieur R. SARTORY,

Professeur de Matière Médicale à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg.

Hommage de respect et de reconnaissance.

A la mémoire de mon père

dont le souvenir me restera toujours fidèle
et dont la vie me sera un exemple.

A ma mère,

En témoignage de ma fidèle affection.

A mes frères

A mes sœurs

A mes amis.

INTRODUCTION

La « Bouza » est une sorte de bière, consommée depuis la plus haute antiquité par les populations indigènes de la Haute-Egypte. Elle ne se conserve pas et doit, par suite, être consommée de suite après sa préparation.

Il nous a paru intéressant d'étudier sa composition chimique et de la comparer à celle des bières françaises, allemandes ou anglaises; il nous était ainsi donné de faire connaître en Occident ce curieux produit qui est autant un aliment qu'une boisson, et qui y est complètement inconnu. Aucune recherche scientifique n'a, à notre connaissance, été faite sur lui.

Nous avons, dans ce but, divisé notre travail en quatre parties:

1) Dans la première partie, nous avons indiqué les modes de préparation de la « Bouza » et les deux variétés de produit que l'on peut ainsi obtenir: la Bouza blanche et la Bouza brune.

2) Dans la deuxième partie, nous avons étudié la composition chimique de la « Bouza » et les variations de certains de ces éléments avec le temps.

3) La « Bouza » étant un produit non homogène, tenant en suspension un précipité plus ou moins mucilagineux, nous avons séparé les deux constituants, liquide et solide, et nous les avons analysé séparément.

4) Nous avons comparé les résultats obtenus avec ceux donnés par les bières européennes — françaises, allemandes et anglaises.

Avant d'entrer dans le détail de nos recherches, nous tenons à exprimer notre gratitude à Monsieur le Professeur Y. Volmar, Directeur du Laboratoire de Chimie de la Faculté de Pharmacie de Strasbourg, Membre correspondant de l'Académie de Médecine, de l'honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de notre thèse et en nous accueillant dans son laboratoire. Pendant tout le temps que nous avons passé près de lui, ses conseils éclairés ne nous ont jamais fait défaut et c'est grâce à sa savante direction que nous avons pu mener à bien ce travail. Le souvenir des années passées à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg et au laboratoire de Monsieur le Professeur Volmar sera toujours évoqué par nous avec une émotion reconnaissante.

Nous exprimons également nos plus vifs remerciements à Messieurs les Professeurs P. Cordier et R. Sartory d'avoir bien voulu accepter de faire partie de notre jury de thèse. Nous tenons à les remercier ici-même, ainsi que tous nos maîtres pour l'enseignement dont ils nous ont fait profiter.

Nos remerciements les plus sincères vont également à Monsieur E. Weil, Assistant de Chimie, pour les renseignements qu'il nous a fournis, au cours de notre travail et qui ont facilité notre tâche.

Nous remercions notre ami Monsieur G. Goyon, égyptologue, ancien élève à la Faculté des Lettres de Strasbourg, pour les renseignements précieux qu'il nous a fournis au sujet de l'historique de la « Bouza ».

Nous ne voudrions pas oublier M. B. Ritzenthaler qui, avec son amabilité coutumière, s'est mis à notre disposition pour l'établissement des courbes.

LA « BOUZA » D'EGYPTE

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Historique

La Bouza est la boisson nationale des Soudanais immigrés en Egypte. C'est une sorte de bière faite avec de la farine de blé fermentée. D'un prix peu élevé, cette boisson alcoolique a la préférence des populations pauvres du pays.

On peut presque affirmer que c'est le seul breuvage alcoolisé vraiment fabriqué avec des produits indigènes. Elle est peu répandue parmi la population musulmane d'Egypte, ceci pour des raisons religieuses, l'Islam interdisant toute boisson fermentée. Le Soudanais, quoique musulman, est moins rigoriste, dans cet ordre d'idées, que l'Arabe.

L'origine de la Bouza doit remonter dans la nuit des temps; elle était probablement connue dans l'Anti-

quité égyptienne et déjà dans l'Ancien Empire elle était connue sous le nom de Hkt ou Hnkt.

Elle fait partie de la liste d'offrandes destinées au culte des morts et elle est mentionnée dans les textes des Pyramides et dans un grand nombre de papyrus. Dans le papyrus d'Orbiney (A. Gardiner, Bibl. Eg. 1, 8^6 et 12^6) et celui d'Harris 500 (A. Gardiner, Bibl. Eg. 1, 8^1) on la définit comme une boisson de céréales, mousseuse.

De nos jours, cette boisson est devenue très populaire parmi la population pauvre de l'Egypte. Elle est consommée dans des établissements exclusivement spécialisés dans la vente de cette boisson et que l'on nomme tout simplement Bouza. On sert la Bouza dans des gobelets semi-sphériques appelés « K A R A Ä ». Dans certaines régions de la Haute-Egypte et parmi la population on offre ce breuvage aux invités à l'occasion des mariages. Dans ce cas, elle doit être préparée sur place et par le maître de maison.

Elle doit être consommée immédiatement après sa préparation, car on ne peut ni la conserver, ni la mettre en tonneaux, bouteilles ou autres récipients. Elle ne se fabrique et ne se vend que sur place même. Son effet alcoolique est moins perceptible que celui produit par les autres boissons fermentées par suite de sa plus faible teneur en alcool. Celle-ci est en effet moindre que celle que l'on trouve habituellement dans la bière. Nous reviendrons sur cette teneur au chapitre traitant de sa constitution chimique.

CHAPITRE II

Préparation de la Bouza. Ses diverses variétés

La matière première de la Bouza est la farine de blé: le blé est moulu de telle sorte que la farine ne soit pas trop fine (tamis n° 9). On commence par délayer un peu de levure de « Bouza » dans l'eau, puis on y ajoute suffisamment de farine pour en faire une pâte qu'on laisse fermenter pendant 24 heures. Au bout de ce temps on la fait cuire. Selon le mode de cuisson de la pâte, on arrive à distinguer deux sortes de Bouza:

1° la blanche: pâte à moitié cuite au four,

2° la brune: pâte tout à fait cuite.

1° *La Bouza blanche.* — On prend le pain à moitié cuit, on le partage et on le met dans l'eau. On ajoute un tout petit peu de blé moulu, préalablement germé et desséché au soleil. On laisse le mélange fermenter pendant 8 heures, après quoi on l'exprime dans un sac en toile. La solution ainsi extraite constitue la Bouza blanche.

2° *La Bouza brune.* — Elle est préparée à partir du pain bien cuit jusqu'à brunissement. On le divise et on le laisse macérer dans l'eau. On y ajoute du blé germé suivant le procédé employé dans la fabrication de la Bouza blanche indiqué ci-dessus. Après quatre heures de macération, on met le tout dans un sac en toile et on exprime. Le filtrat constitue la Bouza brune.

On admet communément que la Bouza brune est plus forte que la Bouza blanche. Cette assertion popu-

laire est fondée sur cette observation qu'une plus grande quantité d'amidon de blé y est transformée en glucose par la cuisson, donnant ainsi par fermentation un degré alcoolique plus élevé que dans la Bouza blanche. Il faut conserver chaque fois une partie de la pâte afin de servir de levure à la prochaine préparation de la Bouza.

On admet également que si l'on ajoute à la Bouza de la limonade ou de l'eau gazeuse, son effet alcoolique est plus marqué; ceci provient simplement de ce que le gaz carbonique existant dans la limonade contribue à faciliter l'action de l'alcool de la Bouza.

CHAPITRE III

Aspect du produit. Ses constantes physiques

La Bouza est une boisson fermentée se présentant sous l'aspect d'un liquide de couleur blanche ou brune, tenant en suspension un précipité blanc ou brun. Elle a l'odeur de la farine et une saveur plus ou moins aigrelette, se rapprochant de celle de l'acide citrique. Dix à douze jours après sa préparation, l'odeur et la saveur deviennent très acides et on ne peut plus l'utiliser pour la consommation. Lorsqu'on essaye de la préparer soi-même, ainsi que nous l'avons fait, on constate que le dégagement de gaz carbonique qui accompagne sa préparation est considérable, ce qui explique que l'on ne peut conserver la Bouza dans les tonneaux, bouteilles ou autres récipients pleins, la pression y deviendrait trop forte. On est obligé de la faire fermenter dans des tonneaux qu'on remplit seulement à moitié, et que l'on

bouche hermétiquement. Cette boisson ressemble en beaucoup de points à la bière, c'est ce que nous nous efforcerons de démontrer dans le chapitre relatif à son analyse chimique.

La Bouza contenant un précipité en suspension et étant consommée telle quelle, nous avons effectué un premier dosage sur le produit tel qu'on le sert à la consommation. Dans un chapitre ultérieur nous avons analysé séparément filtrat et précipité.

DEUXIEME PARTIE

Analyse de la Bouza

Nous avons effectué nos dosages sur le produit frais ayant un à deux jours au maximum de conservation.

Densité. — La Bouza étant débarrassée de l'acide carbonique par agitation, nous en avons déterminé la densité que nous avons trouvé égale à 1,0325 à 15°.

Extrait dans le vide. — Le seul procédé rigoureux qui permette d'obtenir le poids des matières extractives contenues dans la Bouza est l'évaporation dans le vide. Nous avons opéré sur 5 cm^3.

Nous avons versé 5 cm^3 de Bouza dans un vase cylindrique, à fond plat, que nous avons placé sous une cloche à vide à l'acide sulfurique. Nous avons maintenu un vide de 60 mm. pendant 3 jours; puis nous avons pesé le résidu arrivé à poids sensiblement constant (1).

L'extrait de Bouza dans le vide représente 640 grs. par litre.

Extrait à 100°. — Nous l'avons dosé également sur 5 cm^3 que nous avons versé dans un vase cylindrique, placé sur un B. M. Nous avons chauffé ainsi jusqu'à obtention d'un poids constant; l'extrait de Bouza à 100° est de 580 grs. par litre.

Il est à remarquer que le poids de l'extrait à 100° est moindre que celui obtenu dans le vide, cela est dû à ce que nous avons perdu une quantité de matières volatiles en chauffant à 100° au B. M.; la différence représente à peu près la teneur en glycérine — soit 60 ‰ par litre (2).

Cendres. — Nous avons incinéré le résidu de l'évaporation, de 50 cm^3 de Bouza jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de parcelles charbonneuses, en chauffant modérément au début, pour éviter des boursouflements qui pourraient se produire et fausser nos résultats. La capsule en nickel a ensuite été placée dans un moufle et chauffée jusqu'à obtention de cendres tout à fait blanches d'un poids constant.

Les cendres de Bouza représentent un poids de 4,6 grs par litre.

Analyse qualitative. — Sur ces cendres, nous avons effectué une analyse chimique, pour nous rendre compte de leur composition. Nous avons trouvé les éléments suivants:

Acide Phosphorique
Potassium
Sodium
Fer.

Degré alcoolique: par distillation (Méthode officielle).

Nous avons séparé, par distillation, l'alcool des substances fixes dissoutes dans la Bouza, l'alcool étant recueilli dans un peu d'eau et complétant ensuite au volume initial. Nous avons eu ainsi un mélange d'eau et d'alcool de même volume que la Bouza prélevée et contenant la totalité de son alcool; nous en avons déterminé le degré alcoolique avec un alcoomètre de Gay-Lussac (3).

Nous avons pu constater que le degré alcoolique varie avec le temps. Après deux jours de préparation, et sur le même échantillon, le degré alcoolique de la Bouza est de 0°5; après six jours il avait atteint 1°5; le degré alcoolique mesuré au bout de douze jours est de 2°3; enfin, après dix-sept jours il était monté à 2°7.

En portant en abscisses le temps en jours et en ordonnées le degré alcoolique correspondant nous avons obtenu la courbe représentée par la figure I.

Nous remarquons que le degré alcoolique ne commence à être fixe qu'après le dix-septième jour.

Tableau des variations du degré alcoolique en fonction du temps.

Temps en jours	Degré alcoolique
2	0,5
6	1,5
12	2,3
17	2,7

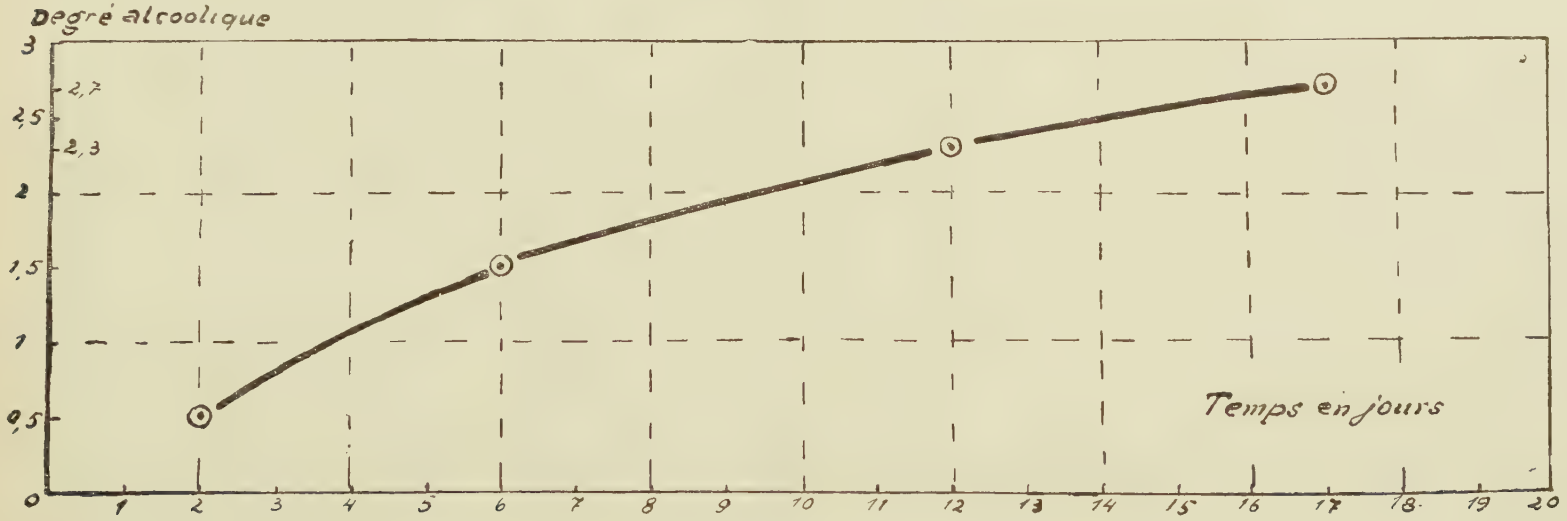


Figure N° 1

Variation du degré alcoolique en fonction du temps

Acidité totale.

Pour déterminer l'acidité de la Bouza, nous avons opéré sur une quantité connue, soit 100 cm^3; il faut tout d'abord se débarrasser du gaz carbonique qui gêne le titrage. Pour cela nous avons placé la Bouza dans un flacon à large ouverture que nous avons agité vivement de temps en temps, puis nous avons titré l'acidité totale au moyen de NaOH N/10 en présence de phénolphtaléine comme indicateur (4).

Les résultats obtenus nous ont montré que l'acidité augmente avec le temps, présentant ainsi une analogie avec la variation du degré alcoolique; après deux jours de préparation nous avons constaté que l'acidité de la Bouza était de 3,2 ‰, exprimée en SO^4H^2; six jours après elle avait atteint 4,9 ‰; le douzième jour elle mesurait 5,2 ‰; enfin, dix-neuf jours après, nous avons constaté que l'acidité totale mesurait à nouveau 4,9 ‰. La courbe ci-dessous montre la variation de l'acidité totale en fonction du temps. (figure 2)

Temps en jours	Acidité par litre (SO^4H^2)
2	3,23
6	4,9
12	5,2
19	4,9

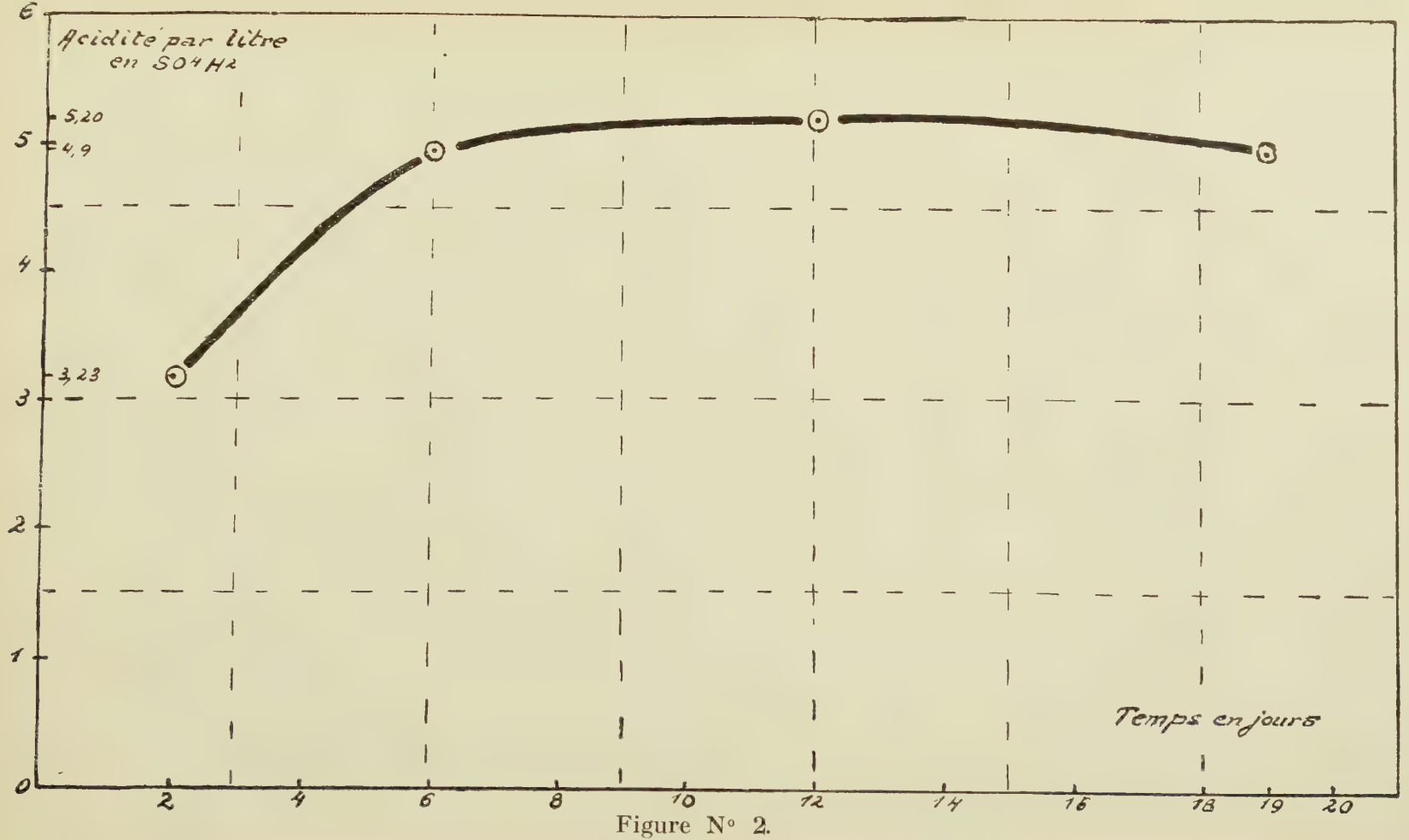


Figure N° 2.

Variation de l'acidité totale en fonction du temps.

Acidité volatile et acidité fixe.

Les acides volatils sont constitués par des acides à bas point d'ébullition comme l'acide formique, l'acide acétique, l'acide butyrique; on a l'habitude d'exprimer le résultat obtenu en acide acétique (CH^3 COOH = 60); le dosage peut se faire par différence en retranchant de l'acidité totale l'acidité due aux acides fixes.

A cet effet, nous avons réduit au B. M. jusqu'à consistance sirupeuse, 100 cm^3 de Bouza, nous avons ajouté de l'eau et nous avons évaporé plusieurs fois de suite; le produit réduit à consistance sirupeuse a été finalement évaporé dans le vide en présence de soude caustique.

Sur le résidu repris par l'eau, nous avons fait un dosage acidimétrique; nous avons ainsi obtenu l'acidité fixe exprimée en acide sulfurique; en le retranchant de l'acidité totale, nous en avons déduit l'acidité volatile.

Acidité fixe = 3,04 par litre en SO^4 H^2

Acidité totale = 3,84 par litre en SO^4 H^2

Acidité volatile = 0,8 par litre en SO^4 H^2

ce qui revient à 0,98 ‰ CH^3 COOH.

Cette acidité volatile est de l'ordre de celle que l'on retrouve ordinairement dans le vin.

Nous avons également utilisé une autre méthode pour doser les acides volatiles.

Cette méthode est basée sur l'entraînement des acides volatils par la vapeur d'eau. Dans un ballon de 500 cm^3 nous avons mis 50 cm^3 de Bouza; le ballon est relié à un réfrigérant d'une part et à un deuxième ballon producteur de vapeur d'eau, d'autre part. Les acides

volatils entraînés par la vapeur d'eau passent dans le réfrigérant et nous les avons recueillis dans un récipient contenant un peu d'eau distillée.

Nous avons recueilli 200 cm^3 de distillat. Ce liquide a été ensuite titré par NaOH N/10 en présence de phénol-phtaléine.

Soit n la quantité de NaOH employée, l'acidité volatile par litre de Bouza exprimée en CH^3 COOH sera

$$V‰ = (n + 0{,}2).\ 0{,}12$$
$$= (8{,}1 + 0{,}2).\ 0{,}12$$
$$= 0{,}996\ ‰\ CH^3\ COOH$$

Le facteur 0,2 correspond aux pertes subies pendant la distillation ou aux faibles quantités d'acides volatils retenus dans l'extrait, même après plusieurs évaporations (5).

Le rapport de l'acidité volatile exprimé en CH^3 COOH à l'acidité totale exprimée en acide lactique est de 1/6. Le même rapport pour une bière européenne normale est 1/30. Nous pouvons en déduire que pour une même quantité, la Bouza contient 5 fois plus d'acides volatils; une bière européenne serait dans notre cas considérée comme trop acide. En Europe il n'y a que les bières belges acides (Faro, Lambick) qui soient plus acides (12 gr. ‰ acide lactique).

Recherche des acides fixes (d'après Schmidt).

Nous avons traité 200 cm^3 de Bouza par 20 cm^3 de réactif de Courtonne et filtré. Le précipité obtenu est mis en suspension dans l'eau chaude et nous y avons fait passer un courant lent d'hydrogène sulfuré. Le sulfure de plomb formé a été séparé par filtration et le filtrat traité par l'hydrogène sulfuré une seconde fois afin d'éliminer entièrement le plomb. L'hydrogène sulfuré a été chassé à l'ébullition et la solution neutralisée par du $CO^3\ Na^2$ puis concentrée au B. M. jusqu'à consistance sirupeuse. Nous avons ajouté enfin 40 cm^3 d'alcool

à 95°, il s'est formé un précipité que nous avons séparé par filtration au bout d'une heure de repos, nous avons évaporé à sec la solution claire et repris le résidu par l'eau distillée. Nous avons alors prélevé 50 cm^3 de cette solution, nous avons ajouté 20 cm^3 d'eau de chaux et 20 cm^3 d'acétate de Ca. Il s'est formé (6) :

Un précipité (P) pouvant contenir les tartrates et les oxalates, et

Une solution (B).

a) PRECIPITE P

Le précipité est additionné de CH^3 COOH dilué. Il est entièrement soluble, ce qui exclut les oxalates insolubles.

1) La solution acétique est précipitée par NH^3 et ce précipité est soluble dans Cl NH^4.

2) La solution acétique est additionnée de réactif « Moehler-Denigès ».

Nous avons conclu à la présence de ..... *Tartrate.*

b) SOLUTION B

Une partie de la solution « B » a été chauffée à l'ébullition, il s'est formé un précipité. Une autre partie a été additionnée du réactif de Denigès, nous avons eu également un précipité et nous en avons conclu à la présence de ..... *Acide Citrique.*

Enfin, nous avons effectué la recherche des acides malique, succinique, mais la recherche a été négative.

Dosage de l'acide tartrique. — (*Procédé officiel*) (7).

Le procédé est basé sur la précipitation au moyen d'un sel de Potassium en excès, du tartrate de calcium et de l'acide tartrique libre à l'état de bitartrate de

potasse, insoluble dans un mélange d'alcool et d'éther, que l'on peut doser lui-même par titrage acidimétrique.

Mode opératoire :

Dans un erlenmeyer de 125 cm^3 nous avons mesuré avec une pipette: 20 cm^3 de Bouza, 2 cm^3 d'une solution de Br K au 1/10, 40 cm^3 d'un mélange d'éther et d'alcool à parties égales. Nous avons bouché la fiole et agité vivement, puis laissé reposer pendant 3 jours. Au bout de ce temps, il s'est formé un précipité de bitartrate, nous avons décanté le liquide sur un filtre sans plis, lavé la fiole conique avec le mélange d'éther et d'alcool et versé la liqueur de lavage sur le filtre. Puis nous avons introduit le filtre et le précipité dans la fiole initiale renfermant le précipité et ajouté 40 cm^3 d'eau tiède pour dissoudre le bitartrate. Nous avons introduit le papier-filtre dans la fiole afin de ne pas perdre les quelques cristaux qui auraient pu passer sur le filtre pendant la décantation. La présence du papier-filtre ne gêne en rien le titrage.

Nous avons ajouté 2 gouttes de phénol-phtaléine et titré avec NaOH N/20 jusqu'à coloration rose persistante.

Soit 1,7 le nombre de NaOH N/20 écoulés. La teneur en bitartrate par litre de Bouza correspondant à l'acide tartrique total est:

$$(1{,}7 \times 0{,}47) + 0{,}2$$

En effet 1 cm^3 de liqueur N/20 de bitartrate de potassium (P. M. = 188) renferme 0,0094 gr. de bitartrate de potassium et 20 cm^3 de Bouza contiennent donc:

$$1{,}7 \times 0{,}0094$$

et un litre de Bouza contient

$$1{,}7 \times 0{,}47$$

On ajoute de plus 0,2 gr. à cause de la faible solubilité de bitartrate de potassium dans le mélange d'éthéro-alcoolique.

1 gr. de bitartrate de K correspond à 0,798 d'acide tartrique.

Nous avons donc: $(1,7 \times 0,47) + 0,2 = 0,999$ ‰ de bitartrate, ce qui correspond à 0,798 ‰ d'acide tartrique.

Recherche de l'acide lactique dans la « Bouza » (8).

La recherche de l'acide lactique dans la Bouza est basée sur la formation de cristaux de lactate de zinc pur.

Mode opératoire: A 50 cm^3 de Bouza nous avons ajouté 20 gr. d'oxyde de zinc pur. Nous avons chauffé à l'ébullition et nous avons laissé le mélange pendant 15 minutes. Nous avons filtré et fait évaporer spontanément la solution claire qui contient le lactate de zinc dans un cristallisoir pendant 4 jours. Nous avons obtenu au bout de ce temps des cristaux de lactate de zinc que nous avons redissout dans 20 cm^3 d'eau distillée, et caractérisés par les réactions habituelles d'identité.

1) *Formation d'iodoforme:* A une goutte de la solution nous avons ajouté 10 cm^3 d'une solution N/10 d'iode et 2-5 cm^3 de lessive de soude. Il se forme de l'iodoforme dû à la formation d'alcool.

2) *Réaction de « Berg-Uffelmann »*: Sur 4 cm^3 d'une solution très étendue de Fe^2Cl^6 colorée en violet améthyste par un peu de phénol, nous avons ajouté 1 cm^3 de la solution de lactate. La coloration violette vire au jaune sous l'influence de l'acide lactique.

3) *Réaction d'Hopkins:* Dans un tube nous avons mis 1 goutte de la solution aqueuse de lactate, 5cm^3 SO^4H^2 concentré, 3 gouttes de SO^4Cu en solution aqueuse saturée. Le tube a été plongé dans un B. M. bouillant pendant

2 minutes. Après refroidissement rapide sous l'eau nous avons ajouté 2 gouttes de solution alcoolique de thiophène à 2 ‰. Après agitation, nous avons chauffé le tube légèrement et nous avons obtenu une coloration rouge cerise intense.

Ces 3 réactions, toutes positives, nous ont permis de conclure à la présence de l'acide lactique et d'en faire le dosage.

Dosage de l'acide lactique (d'après Moeslinger).

Le dosage de l'acide lactique est basé sur le fait, que d'une part l'acide lactique en solution diluée n'est pas entraînable par la vapeur d'eau et d'autre part que son sel de baryum est soluble dans l'alcool fort, tandis que les sels des autres acides non volatils ne le sont pas. L'appareil qui nous a servi pour ce dosage se composait d'un ballon de 250 cm^3 muni d'un bouchon percé de deux trous; dans l'un passe un tube pénétrant jusqu'au fond du ballon, l'extrémité inférieure de ce tube étant légèrement recourbée et effilée à 1 mm. Ce tube est relié à un ballon générateur de vapeur d'eau. Dans le second trou est introduit un tube coudé relié à un réfrigérant descendant. Nous avons fait passer un courant de vapeur puis nous avons introduit 50 cm^3 de Bouza claire à analyser, nous avons chauffé le ballon et réduit la Bouza à moitié de son volume initial. Cette quantité doit être maintenue pendant toute l'opération, qui dure 50 minutes environ (9).

Au bout de ce temps, le résidu a été transvasé dans une capsule en porcelaine, additionné de 5 gouttes de solution de phénol-phtaléine, puis d'eau de baryte saturée à froid jusqu'à apparition d'une teinte rose, enfin de 50 cm^3 d'une solution à 10 % de chlorure de baryum. Pour saponifier tout le lactide qui pourrait exister nous avons ajouté encore 2 à 3 cm^3 d'eau de baryte, chauffé

pendant 10 minutes au B. M. bouillant en ayant soin de maintenir l'alcalinité du liquide. Au bout de ce temps, nous avons neutralisé par un courant de CO^2 et concentré jusqu'à 10 cm³. Le résidu a été transvasé dans une éprouvette graduée, bouchée à l'émeri, et légèrement dilué en ayant soin que la quantité totale du liquide ne dépasse pas 25 cm³. Nous avons agité constamment et avons complété à 100 cm³ avec de l'alcool à 96°, puis nous avons ramené à une température de 15° et complété de nouveau à 100 cm³. Nous avons abandonné pendant 2 heures en agitant fréquemment, filtré et recueilli 75 cm³ exactement mesurés que nous avons versé dans un ballon jaugé de 100 cm³ et additionné de 25 cm³ d'une solution à 5 % de sulfate de soude. Après 1/4 d'heure de repos, le ballon étant bien bouché, la solution a été filtrée; nous avons prélevé à une température de 15° 75 cm³ de filtrat que nous avons introduits dans une capsule en platine et évaporés lentement à sec en évitant l'ébullition. Nous avons ensuite calciné doucement et ajouté après refroidissement 20 cm³ d'acide chlorhydrique N/4, nous avons recouvert avec un verre de montre et chauffé pendant 5 minutes au B. M. Le verre de montre a ensuite été lavé et l'excès d'acide titré avec une solution de soude N/4 en présence de phénol-phtaléine. Nous avons employé 20 cm³ d'acide chlorhydrique N/4 et 10,5 cm³ de NaOH N/4.

Un litre de Bouza contient donc :

$(20 - 10{,}5) \times 0{,}8 = 7{,}6$ grs. d'acide lactique.

Ce calcul ne s'applique qu'à condition de maintenir les proportions indiquées. Il repose sur le fait que 1 cm³ d'acide chlorhydrique N/4 correspond à 0,0225 d'acide lactique.

Dosage de l'acide citrique (*Methode officielle*).

Procédé de Denigès (10) : Nous avons additionné 10 cm³ de Bouza de 1 gr. environ de bioxyde de plomb,

nous avons agité, puis ajouté 2 cm^3 d'une solution de sulfate acide de mercure (R. de Denigès), nous avons agité de nouveau et filtré. Nous avons placé dans un tube à essai 5 cm^3 de la liqueur filtrée, nous avons porté à l'ébullition et ajouté une goutte de solution de permanganate de Potassium à 1 %; après décoloration, nous avons ajouté une autre goutte et ainsi de suite jusqu'à 10 gouttes. A la dose de 0,10 gr. d'acide citrique par litre, un trouble net est accusé qui est accompagné d'un précipité floconneux à partir de 0,40 gr. par litre. Nous avons obtenu une détermination quantitative exacte en comparant avec des solutions d'acide citrique de titre connu variant de 0,125 à 1 ‰. Nous avons trouvé que la quantité d'acide citrique dans la Bouza est égale à

0,75 gr. par litre.

Dosage des phosphates solubles dans la Bouza.

Nous avons mis dans une capsule de porcelaine 50 cm^3 de la liqueur claire de Bouza, puis ajouté 1 cm^3 de teinture de cochenille. La teinture de cochenille devient immédiatement jaune-rougeâtre, c'est que le liquide est acide. On l'additionne peu à peu d'ammoniaque à 1/10 jusqu'à apparition de la teinte violette qu'on fait disparaître de nouveau par addition de 1 ou 2 gouttes d'acide azotique étendu et on ajoute 5 cm^3 de solution acéto-acétique. On porte à l'ébullition, on retire du feu et on verse la liqueur uranique titrée (0,00617 gr. $P^2 O^5$ par centimètre cube) jusqu'à virage au vert.

Soit 11,3 centimètres cubes écoulés.

$11{,}3 \times 0{,}00617 = 0{,}0697$ $P^2 O^5$ pour 50 cm^3 de Bouza $= 0{,}0697 \times 20 = 1{,}394$ ‰ $P^2 O^5$.

Recherche des sucres.

I) RECHERCHE QUALITATIVE DES SUCRES.

Nous avons tout d'abord recherché les sucres réducteurs et nous sommes arrivé au résultat suivant:

La Bouza:

1° réduit la liqueur cupro-alcaline;

2° donne un précipité noir avec le sous-nitrate de Bismuth et NaOH;

3° donne une coloration rouge avec l'acide picrique + NaOH;

4° réduit le réactif de Tollens.

Nous nous sommes alors demandé quels étaient les sucres réducteurs existant dans la Bouza ?

Pour en faire une recherche systématique, nous avons éliminé en premier lieu les matières albuminoïdes et la dextrine, en déféquant le liquide par le réactif de Courtonne; le plomb en excès étant éliminé, nous avons filtré et obtenu une solution claire renfermant les sucres réducteurs; la recherche a été effectuée par les méthodes suivantes:

A) *Recherche des Pentoses et des Hexoses:*

Réactif de Bial (11) :

50 cm^3 HCl

0,10 d'Orcine

2 gouttes Cl^6 Fe^2 officinal.

Nous avons pris 5 cm^3 de réactif de Bial porté à l'ébullition, puis ajouté 5 gouttes de solution sucrée.

Les Pentoses donnent une coloration verte; la réaction a été négative.

B) *Recherche des Aldoses:*

Réactif de Berg (12) :

quelques cm^3 de solution sucrée,

quelques cm^3 d'eau de brome.

Nous avons chauffé au B. M. pendant 10 minutes, puis ajouté quelques cm^3 d'une solution de $Fe^2\ Cl^6$ préparée comme suit:

100 cm^3 H^2 O
4 gouttes Fe^2 Cl^6 officinal
2 gouttes H Cl concentré.

Les Aldoses donnent une coloration jaune foncée.

La réaction a été positive.

C) *Recherches des Cétoses*

1) Réactif de Selivanoff:

3 cm^3 H Cl concentré
3 cm^3 H^2 O
quelques cm^3 de solution sucrée
quelques mmgrs de Résorcine.

Les Cétoses donnent une coloration rouge.

La réaction a été positive.

2) Réactif de Rosenthaler (13) :

3 cm^3 de H Cl
2 cm^3 de solution sucrée
quelques cristaux de vanilline.

Les Cétoses donnent une coloration rose.

La réaction a été positive.

D) *Recherche du Glucose*

1) Rétactif de Neumann (14) :

5 cm^3 CH^3 COOH
1 cm^3 de solution sucrée
5 cm^3 solution alcoolique d'Orcine à 5 %.

Nous avons chauffé et ajouté goutte à goutte $SO^4 H^2$; le glucose donne une coloration rouge brun.

La recherche a été positive.

2) Formation d'osazone: Sur la solution sucrée nous avons caractérisé le glucose par son osazone d'après la méthode suivante:

Dans un tube nous avons mis:

10 cm^3 de la solution sucrée
1 cm^3 Phenylhydrazine
1 cm^3 CH^3 COOH cristallisable
2 cm^3 CH^3 COO Na 20 %

et nous avons chauffé au B. M. pendant une heure et recueilli les cristaux formés sur un filtre. Après purification à l'alcool méthylique, nous les avons examinés sous le microscope; ils présentaient la forme caractéristique, en branche de genêts, de la glucosazone et fondaient, comme cette dernière, à 229-230°.

Les sucres réducteurs contenus dans la Bouza sont donc un mélange d'Aldoses et de Cétoses du groupe des Hexoses; la Bouza ne renferme pas de Pentoses.

2) DOSAGE DES SUCRES REDUCTEURS.

Pour déterminer la quantité de sucre, nous avons évaporé 10 cm^3 de Bouza au B. M. jusqu'à consistance sirupeuse. Au sirop refroidi, nous avons ajouté 50 cm^3 d'alcool à 90°; il y a précipitation de la dextrine et des matières albuminoïdes, tandis que les sucres restent en solution; l'alcool a été filtré, la capsule et le précipité ont été lavés avec la même quantité d'alcool. Les liqueurs alcooliques réunies ont été évaporées jusqu'au dixième de leur volume initial et versées après refroidissement dans un ballon jaugé de 50 cm^3. Avec les eaux de lavage nous avons complété au trait de jauge et nous avons

prélevé 20 cm^3 de la solution, correspondant à 4 cm^3 de Bouza, et nous y avons dosé les sucres réducteurs par la méthode de Bertrand (15).

L'analyse faite au bout de 2 jours de préparation nous a donné une teneur en glucose de 23 ‰.

VARIATION DES SUCRES REDUCTEURS EN FONCTION DU TEMPS.

Des dosages successifs sur le même échantillon nous ont donné les résultats que nous avons réunis dans le tableau suivant:

Temps en jours	Sucre réducteur exprimé en glucose ‰
2	23,00
10	5,00
20	1,8

En portant en abscisses le temps en jours et en ordonnées, la quantité de glucose par litre, nous avons obtenu la courbe représentée par la figure 3:

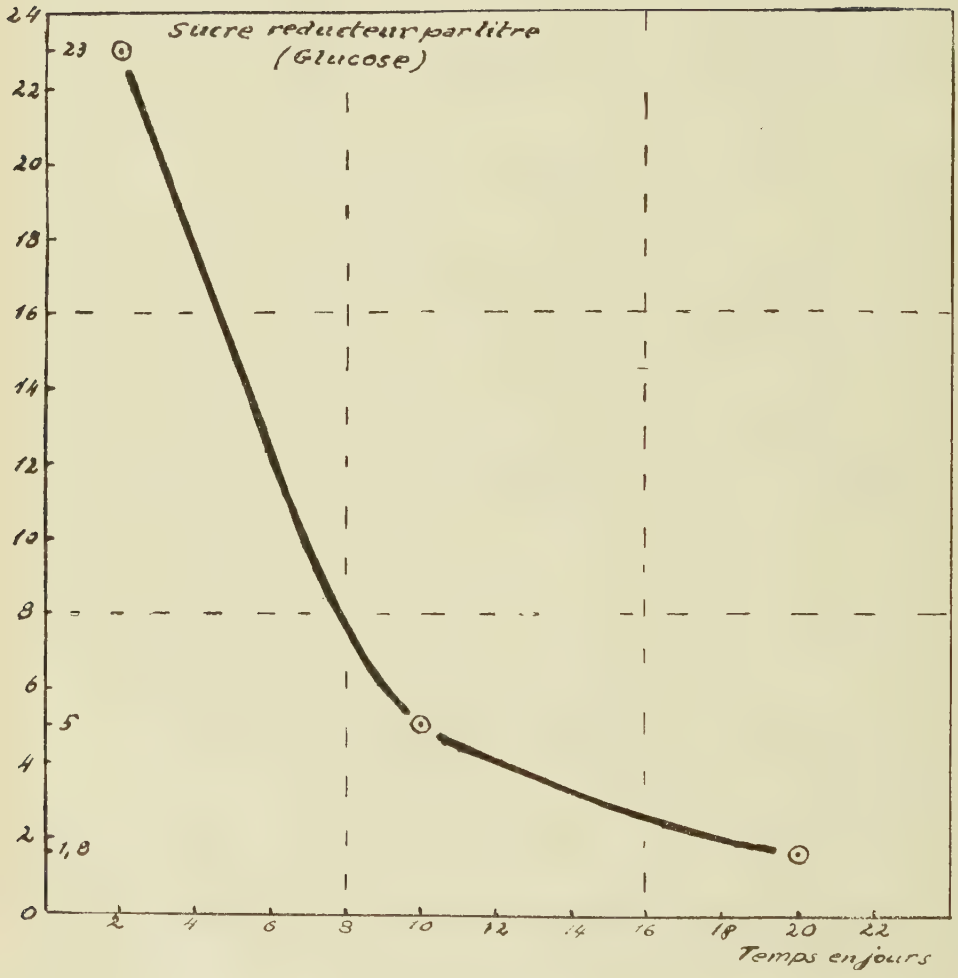


Figure 3.

Variation des sucres réducteurs (glucose) en fonction du temps.

Cette courbe est à rapprocher de celles obtenues dans l'étude du degré alcoolique et de l'acidité.

Nous constatons qu'au bout de 20 jours la plus grande partie du sucre fermentescible s'est transformée en alcool et en gaz carbonique.

La fermentation se continue longtemps dans la Bouza qui n'atteint son état définitif qu'au bout de 19 jours environ.

Dextrines.

Après élimination des sucres, nous avons dissous dans l'eau la dextrine restée dans la capsule. Nous avons fait passer la solution sur le filtre et nous avons lavé la capsule et le filtre en évitant d'employer plus de 100 cm^3 d'eau. Toute la dextrine étant ainsi passée en solution dans la fiole, nous avons ajouté 1 cm^3 d'HCl concentré et avons adapté à un réfrigérant ascendant; nous avons fait bouillir 3 heures pour transformer la dextrine en glucose. Après refroidissement, nous avons ramené le volume du liquide à 100 cm^3 (16).

Nous avons prélevé 20 cm^3 de cette solution (soit 2 cm^3 de Bouza) et effectué le dosage du glucose par la méthode de Bertrand.

(1 gr. de glucose correspond à 1,111 de dextrine.)

Nous avons trouvé que la dextrine diminue comme le sucre avec le temps.

Après deux jours de préparation, nous avons constaté que la proportion de dextrine est de 80,3 ‰, après 10 jours elle atteignait 43 ‰, au 20e jour elle mesurait 20,8 ‰.

Titrage de l'azote aminé dans la Bouza.

Nous avons utilisé le procédé de Sörensen-Mestrezat (Formoltitration).

1) *Témoin* : 10 cm^3 de formol du commerce à 40 % non étendu d'eau, mais neutralisé, sont additionnés de

20 à 30 cm³ d'eau distillée, puis de 10 gouttes de solution alcoolique de phénol-phtaléine à 1 % et enfin de 0,3 cm³ de soude N/10 de manière à obtenir une teinte rouge franc.

2) *Elimination des Phosphates et des Carbonates:* Dans un ballon jaugé de 100 cm³, nous avons mesuré 50 cm³ de Bouza et nous avons ajouté 2 grammes de chlorure de baryum pulvérisé, 2 gouttes de solution de phénol-phtaléine et nous avons agité. Après dissolution du chlorure de baryum, nous avons ajouté un excès d'eau de baryte saturée (5 cm³ en plus de la quantité nécessaire pour amener le virage de la phénol-phtaléine), nous avons bouché la fiole et abandonné un quart d'heure au repos.

Nous avons filtré et prélevé pour le titrage au formol 20 cm³ du filtrat correspondant à 10 cm³ de Bouza.

3) *Titrage au formol:* A ces 20 cm³ de filtrat, nous avons ajouté 10 gouttes de solution alcoolique de phénolphtaléine et goutte à goutte de l'acide chlorhydrique étendu jusqu'à décoloration, puis de la soude N/10 jusqu'à apparition d'une teinte rose pâle. A ce moment nous avons versé 10 cm³ de formol à 40 % neutralisé, ce qui provoque la décoloration (17).

A l'aide de NaOH N/10 nous avons effectué le titrage jusqu'à obtention d'une teinte rose persistante. A partir de cet instant, nous avons continué à verser la soude par 2 gouttes à la fois jusqu'à ce que la teinte rouge obtenue corresponde avec celle du témoin.

Il nous a fallu 1,1 cm³ de NaOH N/10 pour arriver à ce résultat; dans l'essai témoin nous en avions employé 0,3.

D'où: 1,1 — 0,3 = 0,8 NaOH N/10.

N aminé = 0,8 . 0,0014 = 0,00112 azote aminé dans 10 cm³ de bouza et,

0,112 d'azote aminé par litre.

TROISIEME PARTIE

Séparation du produit en suspension et de la liqueur claire

Nous avons séparé le produit en suspension de la bouza du liquide clair par filtration immédiatement après sa préparation. Le précipité est très fin, un peu gélatineux, et la filtration est très longue. Nous avons finalement obtenu une solution jaune clair « I » et un précipité blanc « II » que nous avons séché dans le vide.

Nous avons fait l'analyse séparée de ces deux produits.

***

CHAPITRE I[er]

Analyse de la liqueur I

Densité.

Déterminée à 15°, la densité du liquide est de 1030.

Extrait à 100° et dans le vide.

Nous avons utilisé les deux méthodes décrites précédemment (P. 14) et nous sommes arrivé aux résultats suivants :

Extrait dans le vide ..... 137 ‰

Extrait à 100° ..... 132 ‰

Les chiffres sont évidemment beaucoup plus faibles que dans la bouza, mais la différence des extraits dans le vide et à 100° avec ceux de la bouza elle-même est de l'ordre de 460 grs par litre.

Cendres.

Le dosage des cendres a été effectué sur 50 cm^3 de filtrat, nous avons trouvé 3,6 grs par litre.

Degré alcoolique.

Par distillation, d'après la méthode officielle indiquée précédemment (P. 15), nous avons pu constater que le degré alcoolique varie avec le temps. Après 2 jours de préparation et sur le même échantillon, le degré alcoolique de la liqueur est de 1°4, après 12 jours il atteint 2°5; le degré alcoolique mesuré au bout de 17 jours 3°, mais diminuant au bout de 23 jours pour tomber à 2°8.

La courbe ci-dessous montre la variation du degré alcoolique en fonction du temps (figure 4).

Temps en jours	Degré alcoolique
6	1,4
12	2,5
17	3
23	2,8

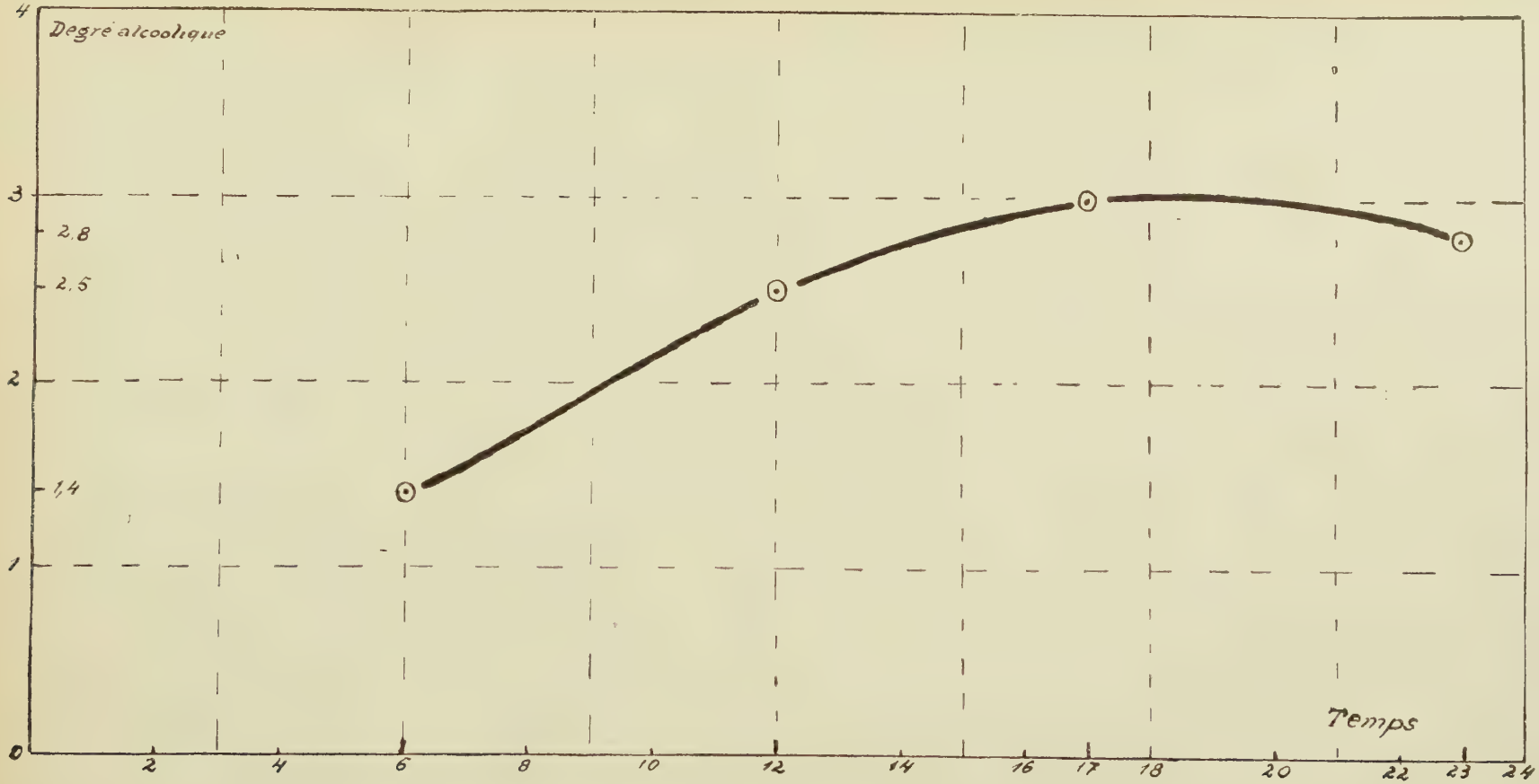


Figure 4.

Variation du degré alcoolique en fonction du temps.

Analyse du liquide alcoolique.

Dans ce chapitre, nous nous sommes proposé d'identifier la nature de l'alcool existant dans la bouza. A cet effet nous nous sommes servi du distillat ayant été utilisé pour la détermination du degré alcoolique.

a) *Recherche de l'alcool méthylique.*

Nous avons utilisé la méthode de Trillat, qui consiste à oxyder l'alcool par le mélange sulfo-chromique. Le produit de la réaction a été chauffé pendant 5 heures avec de la diméthylaniline et de l'acide sulfurique. Au bout de ce temps, nous avons ajouté CH^3 COOH et oxydé par PbO^2 en maintenant à l'ébullition (18).

La réaction a été négative.

b) *Recherche de l'alcool éthylique.*

Dans un tube nous avons mis:

1 goutte de CrO^4K^2 à 1 %

4 cm^3 de SO^4H^2 pur

1 cm^3 de distillat.

Nous avons chauffé et obtenu la coloration verte caractéristique (18).

Une autre partie du distillat a été additionnée de 5 cm^3 d'eau de brome et nous avons chauffé au B. M. bouillant pendant 6 minutes. Nous avons fait refroidir et nous avons ajouté goutte à goutte du bisulfite de soude jusqu'à décoloration. Sur cette solution incolore nous avons ajouté de la fuchsine bisulfitée et obtenu immédiatement une coloration rouge-violet (18).

Nous avons conclu à la présence d'alcool éthylique.

c) *Recherche des alcools supérieurs.*

Nous avons utilisé la réaction colorée de «Guérin» (18) Dans un tube nous avons mélangé:

1 cm^3 de distillat

5 gouttes solution saturée de furfurol

1 cm^3 SO^4H^2.

Après agitation nous avons obtenu une coloration violette qui nous permet de conclure à la présence de ces alcools.

Des recherches ultérieures en vue de caractériser des composés aldéhydiques dans le distillat ont été négatives.

Acidité totale.

Nous avons utilisé la même méthode que celle qui nous a déjà servi pour l'analyse chimique de la bouza elle-même (P. 18).

Deux jours après la préparation, nous avons constaté que l'acidité totale exprimée en SO^4H^2 est de 3,23 ‰, elle augmente avec le temps; au bout de 6 jours elle est de 3,9 ‰, elle est de 5,2 ‰ au bout de 12 jours et enfin après 20 jours elle est de 8,3 ‰.

La courbe ci-dessous montre la variation de l'acidité totale en fonction du temps. (Fig. 5.)

Temps en jours	Acidité totale en SO^4H^2 ‰
2	3,23
6	3,9
12	5,2
20	8,3

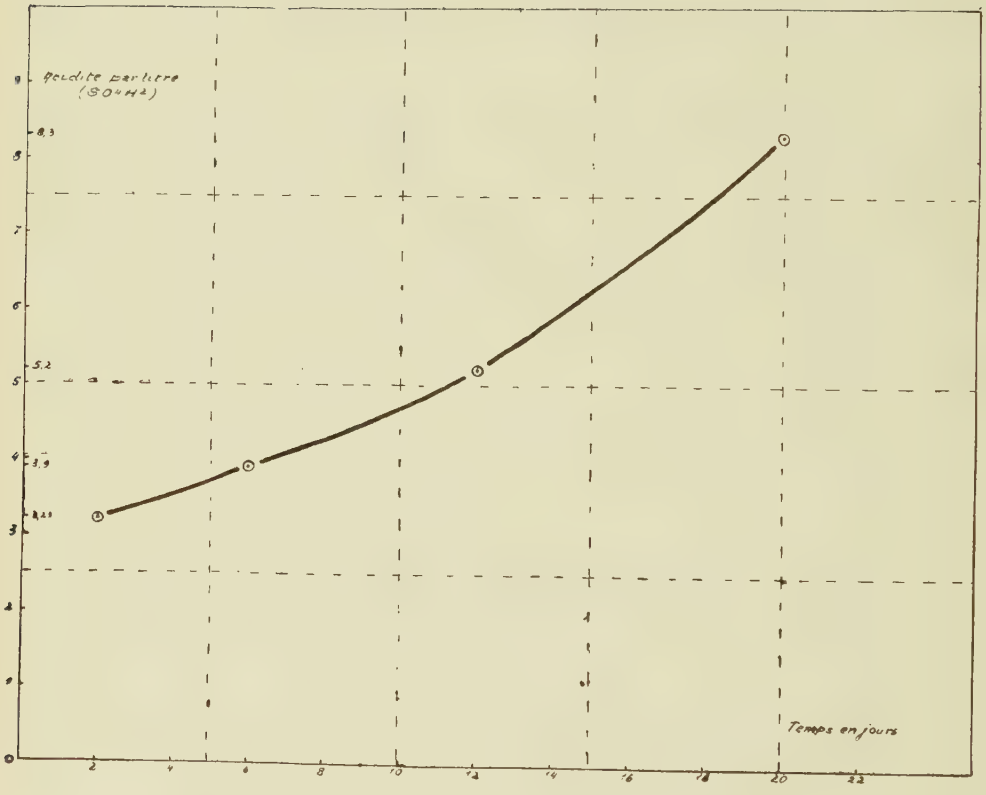


Figure 5.

Variation de l'acidité totale en fonction du temps.

SUCRE REDUCTEUR.

Nous avons employé la méthode décrite précédemment au chapitre III à propos de l'analyse chimique de la bouza (P. 30).

Nous avons constaté, comme dans la bouza, que la quantité de sucre diminue avec le temps. Deux jours après la préparation elle est de 12 grs de glucose ‰, 6 jours après de 2,5 ‰, enfin le 12e jour elle n'est plus que de 1,25 ‰.

Temps en jours	Glucose ‰
2	12
6	2,5
12	1,25

La courbe ci-dessous représente la variation quantitative du sucre en fonction du temps. (Fig. 6.)

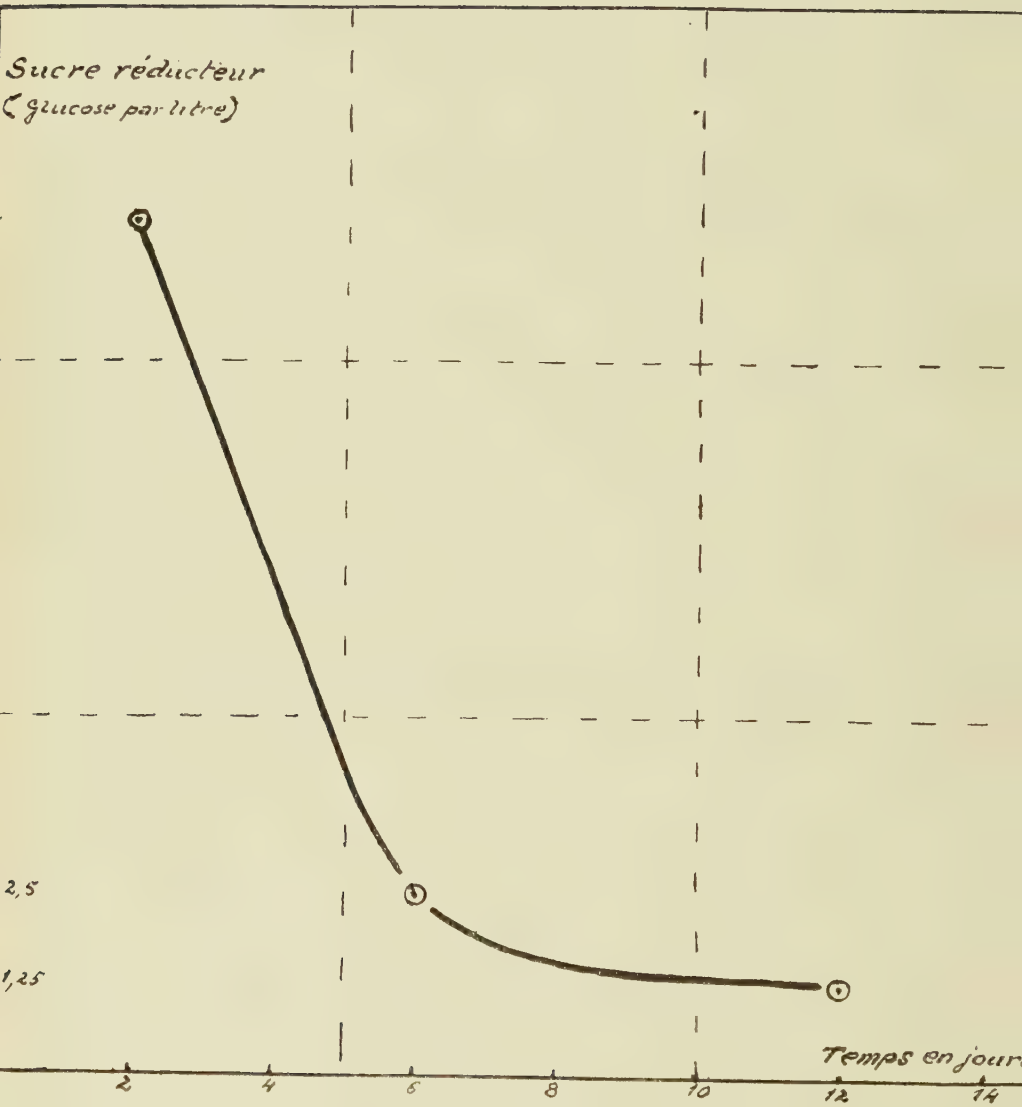


Figure 6.

Variation du sucre réducteur (glucose) en fonction du temps.

Dextrine.

Nous avons dosé la dextrine par la méthode déjà indiquée au chapitre III (p. 33). Nous avons constaté que 2 jours après la préparation, la quantité de dextrine était de 82,5 par litre, 6 jours après, elle était de 42 grs par litre et enfin après 12 jours elle n'est plus que 20 grs par litre.

Si nous venons à prendre la densité du résidu de la distillation alcoolique, c'est-à-dire du moût, et si nous nous reportons à la table de « Balling », nous trouvons pour la densité 1031 mesurée, un extrait correspondant de 79,47 ‰.

Le taux de cet extrait ne correspond pas à celui trouvé précédemment (p. 36), il est plutôt à rapprocher de la quantité de dextrine trouvée. La table de « Balling », établie avec des quantités croissantes de dextrine et leurs densités correspondantes, nous donne donc la quantité de dextrine par litre de bouza et non la quantité d'extrait.

Nous pouvons en conclure que l'extrait de la bouza n'est pas uniquement constitué, comme c'est le cas dans la bière, par la dextrine et le sucre.

Dosage de l'azote total.

Dans un ballon de « Kjeldahl », nous avons introduit:

1 cm^3 de la liqueur
1 cm^3 SO^4H^2
6 gouttes PO^4H^3
0,7 Catalyseur (1)

---

(1) SO^4Cu 10
SO^4K^2 100
HgO rouge 10

et nous avons chauffé jusqu'à destruction de la matière organique (19) ; le liquide devenu limpide et clair est additionné de 5 cm^3 d'eau distillée. Nous avons introduit la solution dans un appareil de « Parnas-Wagner » et nous avons déplacé NH^3 en ajoutant environ 5 cm^3 de lessive de soude à 33 % et recueilli dans 30 cm^3 de SO^4H^2 N/70.

L'ammoniaque combinée à SO^4H^2 est titrée en retour par une solution de NaOH N/70, nous avons effectué un dosage témoin pour lequel il nous a fallu 30 cm^3 de NaOH N/70, tandis que 27,5 de NaOH N/70 ont été utilisés pour le dosage de NH^3 du produit (20).

D'où la quantité en azote par litre:

$$(30 - 27{,}5)\ 0{,}0002\ .\ 1000 = 0{,}5\ ‰.$$

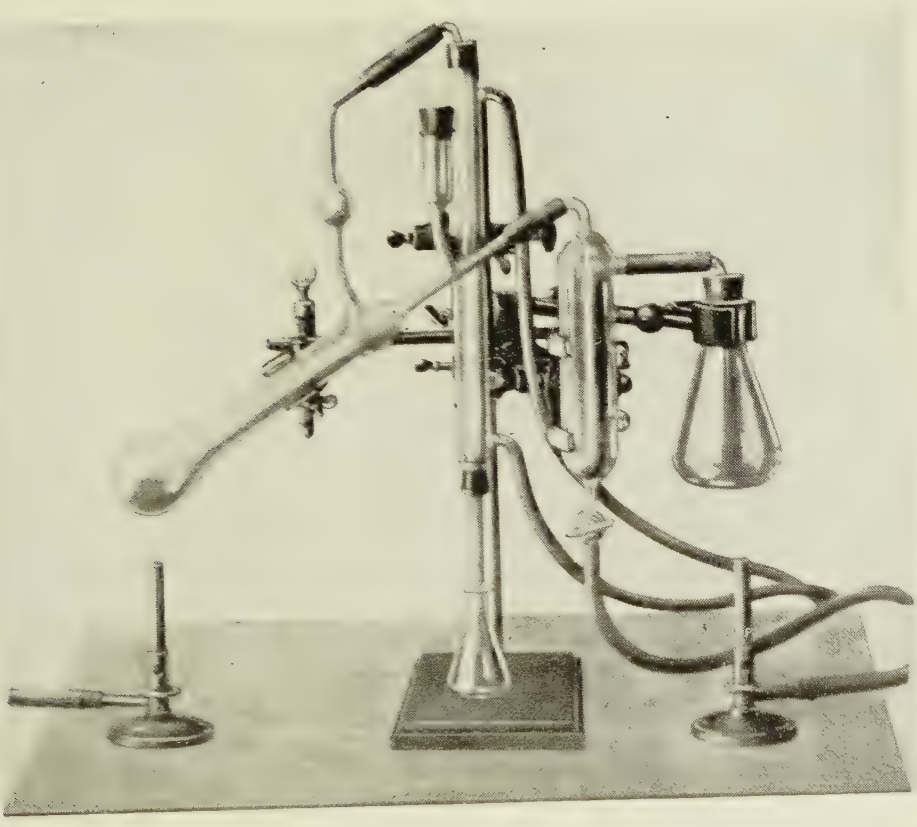
CHAPITRE II

Analyse du Précipité II

Tous nos dosages ont été effectués sur le précipité préalablement desséché dans le vide sulfurique et pulvérisé de façon à obtenir une poudre bien homogène.

A. Dosage de l'amidon et des Sucres réunis.

Mode opératoire: Dans un ballon de 500 cm^3, nous avons introduit 5 grs de poudre avec 200 cm^3 d'eau distillée et 10 cm^3 de ClH concentré. Nous avons relié le ballon à un réfrigérant ascendant et nous avons chauffé le ballon au B. M. pendant 4 heures puis à feu nu pendant une heure. Nous avons filtré et, après refroidissement, nous avons neutralisé par NaOH. Nous avons déféqué le mélange par le réactif de Courtonne; après élimination du plomb en excès par SO^4Na^2, nous avons filtré et complété le filtrat à 500 cm^3 .



Appareil de Parnas & Wagner

Nous avons prélevé 20 cm^3 de la solution claire et nous avons effectué le dosage des sucres par la méthode de Bertrand. Nous avons trouvé 51,5 % de glucose.

Par cette méthode nous avons dosé à la fois les sucres réducteurs préexistants et les sucres réducteurs provenant de l'hydrolyse de l'amidon et du dédoublement des sucres non réducteurs.

B. Dosage des sucres réducteurs préexistants.

Nous avons fait macérer 2 grs de poudre dans 100 cm^3 d'eau distillée en présence de CO^3Ca dans une étuve à 50° pendant 3 heures. Après refroidissement, nous avons déféqué par le réactif de Courtonne. Nous avons éliminé le plomb et neutralisé par NaOH. Après filtration nous avons concentré la solution et ramené son volume à 100 cm^3.

Nous avons prélevé 20 cm^3 de la solution et effectué le dosage du sucre par la méthode de Bertrand, nous avons trouvé 1,15 % de glucose.

C. Dosage des sucres non réducteurs.

Nous avons effectué ce dosage après interversion; nous avons trouvé 1,15 % de glucose. Le dosage avant et après interversion donnant le même résultat, nous concluons à l'absence de sucre dédoublable.

D. Dosage de l'amidon.

La différence entre les sucres réducteurs totaux après hydrolyse A et le sucre réducteur préexistant B représente donc le sucre provenant de l'hydrolyse de l'amidon.

$A - B = 51,5 - 1,15 = 50,35$ % de glucose.

Or, 1 gr. de glucose correspond à 0,9 d'amidon, la quantité d'amidon % de précipité est donc:

$$50{,}35 \cdot 0{,}9 = 45{,}31\ \%\ \text{d'amidon.}$$

Dosage de l'azote total.

Nous avons d'abord effectué un dosage pour déterminer l'azote total contenu dans la farine de blé qui nous a servi pour préparer notre bouza. Nous avons utilisé la même méthode que précédemment (p. 43).

La quantité d'azote total pour 1000 gr. de farine est de 20 ‰.

Dosage de l'azote du précipité.

Nous avons fait ce dosage sur 0,100 de précipité desséché et pulvérisé. Il nous a fallu 28,5 cm^3 de NaOH N/70 pour le dosage de NH^3 du produit

$$N\ ‰ = (30 - 28{,}5)$$
$$0{,}0002 \cdot 10000 = 3\ ‰.$$

CONCLUSION

Il résulte de nos recherches que la composition de la bouza, au moment où on la consomme, c'est-à-dire environ deux jours après sa préparation, peut être représentée par les tableaux suivants:

a) Composition de la bouza totale.

Densité à 15°	1032,5	
Extrait dans le vide	640	‰
Extrait à 100°	580	‰
Cendres	4,6	‰
Alcool (%)	0°5	
Acidité en SO^4H^2 ‰	3,84	‰
Acidité volatile en CH^3COOH ‰	0,98	‰
Acidité fixe en SO^4H^2 ‰	3,04	‰
Acide tartrique ‰	0,798	‰
Acide lactique ‰	7,6	‰
Glucose ‰	23	‰
Dextrine	80,3	‰

b) Composition des constituants de la bouza.

1° LIQUIDE.

Densité à 15°	1030	
Extrait dans le vide	137	‰
Extrait à 100°	132	‰
Cendres ‰	3.6	‰
Alcool %	0°5	
Acidité totale en SO^4H^2 ‰	3,23	‰

Glucose ‰	12 ‰
Dextrine ‰	82,5 ‰
Azote total ‰	0,5 ‰

2° PRECIPITE.

Glucose %	1,15 %
Amidon %	45.310 %
Matières azotées	0,3 %

La bouza étant, d'après sa préparation et d'après la composition que nous lui avons trouvée, une véritable bière indigène, nous avons comparé dans les tableaux suivants la composition de la bouza totale et du liquide I avec celle des bières françaises, anglaises, allemandes.

a) *Comparaison de la Bouza totale avec les différentes bières.*

	Bouza	Bières françaises		Bières	
		Strasbg.	Nord	Anglaises	Allemandes
Alcool °/₀ . . .	0°5	4°7	4°1	6°2	4°5
Extrait 100° °/₀₀	580	46,5	46,5	64	72
Cendres °/₀₀ . .	4,6	3,2	3,2	2	2,9
Sucres °/₀₀ . . .	23	9,4		11	
Acidité (moyenne) (en acide lactique) Maximum pour bière à fermentation haute .	5,9 °/₀₀	4 — 6°/₀₀			
Maximum pour bière à fermentation basse .		1 — 3°/₀₀			
Dextrine . . .	80,3 °/₀₀	34 °/₀₀			

b) *Comparaison de la composition de la partie liquide de la bouza avec les diverses bières.*

	Liquide de la Bouza	Bières françaises		Bières	
		Strasbg.	Nord	Anglaises	Allemandes
Alcool °/₀ . . .	0°5	4°7	4°1	6°2	4°5
Extrait 100° °/₀₀	132	46,5		64	72
Cendres °/₀₀ . .	3,6	3,2		2	2,9
Sucres °/₀₀ . . .	12	9,4		11	
Acidité °/₀₀ . . . (en acide lactique)	5,9	4 — 6°/₀₀ 1 — 3°/₀₀			
Dextrine . . .	82,5	34 °/₀₀			

Il résulte de ces deux tableaux que la Bouza possède un degré alcoolique environ 10 fois plus faible que la grande majorité des bières européennes, ce qui explique l'impossibilité de sa conservation.

Par contre, son extrait représente 10 fois la valeur de celui de ces mêmes bières; quant à la dextrine, elle atteint dans la bouza une valeur deux fois plus forte et il en est de même des sucres réducteurs.

La bouza peut donc être considérée comme une véritable substance alimentaire, préparée à partir du blé d'Egypte elle constitue une sorte de pain liquide. Son degré alcoolique faible et sa valeur nutritive élevée en permettent un usage fréquent et même quotidien. Les transformations et la saccharification que le produit a subies rendent ses matières extractives très assimilables.

La faveur dont elle jouit parmi la population laborieuse nous paraît ainsi tout à fait justifiée et nous en apporte le témoignage vivant.

Vu, Strasbourg, le 4 Juillet 1938

Le Président du Jury,

Y. Volmar

Vu et approuvé :

Strasbourg, le 5 Juillet 1938

Le Doyen
de la Faculté de Pharmacie,

A. Sartory

Vu et permis d'imprimer,

Strasbourg, le 8 Juillet 1938.

Le Recteur de l'Académie de Strasbourg
Président du Conseil de l'Université

J. Dresch.

BIBLIOGRAPHIE

1. VILLIERS, COLLIN, FAYOLLE. — Eaux, Boissons et Alcools (1911), p. 322.

2. VILLIERS, COLLIN, FAYOLLE. — Eaux, Boissons et Alcools (1911), p. 136-137.

3. M. LEPRINCE et R. LECOQ. — Guide pratique d'Analyses alimentaires et d'Expertises chimiques usuelles (1921), p. 385-435.

4. VILLIERS, COLLIN, FAYOLLE. — Eaux, Boissons et Alcools (1911), p. 146-150.

5. G. DENIGES. — Précis de Chimie analytique (1920), pages 826-827.

6. SCHMIDT. — Ausführliches Lehrbuch der pharm. Praxis (T. II), p. 542.

7. VILLIERS, COLLIN, FAYOLLE. — Eaux, Boissons et Alcools p. 153-157.

8. BEYTEN, HARTWICH, KLIMMER. — Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung (1914), p. 463.

9. MOESLINGER. — Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel (1901), IV, p. 1123.

J. SCHMIDT. — Le Vignoble alsacien et ses Vins (Th. Doct. Pharm. Strasbourg 1929), p. 53.

10. G. DENIGES. — Précis de chimie analytique (1920), p. 874.

11. BIAL. — Biochemisches Zentralblatt, T. I, p. 64.

12. BERG. — Bull. Soc. chim. de France (1904), III, 31, p. 1216.

13. ROSENTHALER. — Nachweis organischer Verbindungen (1923).

14. NEUMANN. — Biochem. Zeitschr. (1906), T. I, p. 383.

15. BERTRAND et THOMAS. — Manipulation de Ch. biologique (1919), p. 149.

16. VILLIERS, COLLIN, FAYOLLE. — Eaux, Boissons et Alcools p. 330.

17. J. GUIART et L. GRIMBERT. — Précis de Diagnostic (1922), p. 812.

18. DENIGES. — Précis de Chimie analytique (1920), p. 148-150.

19. SCHELL. — Rapport fait sur le dosage d'azote total. Soc. Chimie biolog., 1934.

20. PREGL. — La microanalyse quantitative (Trad. Welter), Paris, 1923, p. 103.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 7

PREMIERE PARTIE

Chapitre premier 9
Historique 9

Chapitre II 11
Préparation 11
Diverses variétés 11
Bouza blanche 11
Bouza brune 11

Chapitre III 12
Aspect du produit 12
Constantes physiques 12

DEUXIEME PARTIE

Analyse de la Bouza 14
Densité 14
Extrait dans le vide 14
Extrait à 100° 14
Cendres 15
Degré alcoolique 15
Variation du degré alcoolique en fonction du temps 17
Acidité totale 18
Variation de l'acidité en fonction du temps .. 19
Acidité volatile 20
Acidité fixe 20
Recherche des acides fixes 21
Dosage de l'acide tartrique 22
Recherche de l'acide lactique 24
Dosage de l'acide lactique 25

Dosage de l'acide citrique 26
Dosage des phosphates solubles 27
Recherche qualitative des sucres 27
Recherche des pentoses 28
Recherche des hexoses 28
Recherche des aldoses 28
Recherche des cétoses 29
Recherche du glucose.. 29
Formation d'osazone 30
Dosage des sucres réducteurs 30
Variation des sucres réducteurs en fonction du temps 32
Dosage de l'azote aminé dans la bouza.. 33

TROISIEME PARTIE

Séparation du produit en suspension et de la liqueur claire 35

Chapitre premier 35

Analyse de la liqueur 35
Densité 35
Degré alcoolique 36
Recherche de l'alcool méthylique 38
Recherche de l'alcool éthylique 38
Recherche des alcools supérieurs 39
Acidité totale 39
Sucre réducteur 41
Dextrine 43
Dosage de l'azote total 43

Chapitre II 44

Analyse du précipité 44
Dosage de l'amidon 44
Dosage du sucre réducteur 44
Dosage du sucre non-réducteur 45
Dosage de l'azote total 46

CONCLUSION 47

BIBLIOGRAPHIE 51